

p-ISSN 2088-0421; e-ISSN 2654-461X; DOI: [10.35968/m-pu](https://doi.org/10.35968/m-pu)  
Jurnal Ilmiah M Progress, Vol. 16, No. 2 Juni 2026  
<https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/ilmiah-m-progress>

## Manajemen Strategi Menghadapi Risiko Alam Dalam Mendukung Transisi Energi Berkelanjutan Di PT PLN

Rio Afrianda\*

Prodi Manajemen, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Indonesia

[rio.sttpln@gmail.com](mailto:rio.sttpln@gmail.com)

Received 14 Mei 2026 | Accepted 20 Juni 2026 | Published 24 Juni 2026

\* *Corresponden Author*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis bagaimana integrasi risiko berbasis modal alam (*natural capital*) ke dalam sistem manajemen strategis perusahaan dapat memperkuat ketahanan organisasi dan keunggulan bersaing berkelanjutan pada sektor ketenagalistrikan. Studi ini menggunakan kerangka *Taskforce on Nature-related Financial Disclosures* (TNFD) sebagai pendekatan analitis untuk mengidentifikasi ketergantungan dan dampak terhadap keanekaragaman hayati serta risiko tata kelola air. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan analisis *Partial Least Squares-Structural Equation Modeling* (PLS-SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi risiko berbasis TNFD berpengaruh signifikan terhadap penguatan *dynamic capabilities*, yang selanjutnya meningkatkan efektivitas manajemen risiko strategis dan mendorong terciptanya keunggulan bersaing berkelanjutan. Risiko berbasis biodiversitas dan tata kelola air pada PT PLN (Persero) secara umum berada pada tingkat risiko menengah, dengan eksposur lebih tinggi pada aspek reputasi pembangkit berbasis fosil serta ketergantungan signifikan pembangkit hidro terhadap jasa ekosistem air. Secara strategis, respons perusahaan dilakukan melalui penerapan *mitigation hierarchy*, inovasi efisiensi air, konservasi biodiversitas, dan pengembangan skema pembiayaan berkelanjutan. Penelitian ini berkontribusi pada literatur manajemen strategis dengan menunjukkan bahwa tata kelola risiko berbasis modal alam bukan sekadar pelaporan, melainkan mekanisme penguatan kapabilitas dinamis dan ketahanan jangka panjang perusahaan utilitas negara dalam proses transisi energi.

**Kata kunci:** Manajemen Strategis; TNFD; Risiko Biodiversitas; Tata Kelola Air; Ketahanan Perusahaan; Transisi Energi.

### Abstract

*This study aims to analyze how the integration of natural capital-based risks into a company's strategic management system can strengthen organizational resilience and sustainable competitive advantage in the electricity sector. The study employs the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD) framework as an analytical approach to identify dependencies and impacts related to biodiversity and water governance risks. The research adopts a quantitative explanatory approach using Partial Least Squares-Structural Equation Modeling (PLS-SEM) analysis. The results indicate that the integration of TNFD-based risks has a significant effect on strengthening dynamic capabilities, which in turn enhances the effectiveness of strategic risk management and fosters sustainable competitive advantage. Biodiversity- and water governance-related risks at PT PLN (Persero) are generally at a moderate risk level, with higher exposure associated with the reputational aspects of fossil-based power plants and the significant dependence of hydropower plants on water ecosystem services. Strategically, the company's response includes the implementation of the mitigation hierarchy, water efficiency innovation, biodiversity conservation, and the development of sustainable financing schemes. This study contributes to the strategic*

*management literature by demonstrating that natural capital-based risk governance is not merely a reporting function, but can serve as a mechanism for strengthening dynamic capabilities and enhancing the long-term resilience of state-owned utility enterprises in the energy transition process.*

**Keywords:** *Strategic Management; TNFD; Biodiversity Risk; Water Governance; Corporate Resilience; Energy Transition.*

## PENDAHULUAN

Ketidakpastian lingkungan dan degradasi ekosistem semakin diakui sebagai determinan strategis kinerja perusahaan, khususnya pada industri yang padat sumber daya seperti pembangkitan listrik. Modal alam yang mencakup keanekaragaman hayati, sumber daya air, dan jasa ekosistem tidak hanya berfungsi sebagai ketergantungan eksternal, tetapi juga sebagai sumber risiko dan peluang strategis (Afrianda, 2025). Kerangka manajemen risiko tradisional kerap dikritik karena terlalu berfokus pada perubahan iklim dan eksposur finansial, sehingga mengabaikan dinamika yang lebih luas dan saling terhubung antara degradasi ekosistem dan penciptaan nilai bisnis (Utomo, 2025).

Kemunculan kerangka *Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD)* mencerminkan pergeseran akademik tersebut. TNFD memperluas perspektif risiko melampaui emisi gas rumah kaca dengan memasukkan kehilangan biodiversitas, kelangkaan air, dan gangguan jasa ekosistem sebagai pendorong material risiko korporasi dan daya saing jangka panjang (Rahman & Siregar, 2025). Sejumlah studi sebelumnya menunjukkan bahwa perusahaan yang mengintegrasikan penilaian risiko berbasis alam ke dalam perencanaan strategis lebih siap mengantisipasi tekanan regulasi, ekspektasi pemangku kepentingan, serta potensi gangguan operasional (Afrianda, 2025; Utomo, 2025).

Dalam sektor ketenagalistrikan, pentingnya modal alam menjadi semakin nyata mengingat tingginya ketergantungan air pada sistem pendingin pembangkit termal serta variabilitas hidrologi yang memengaruhi output pembangkit listrik tenaga air (Rahman & Siregar, 2025). Di Indonesia, PT PLN (Persero) sebagai perusahaan utilitas milik negara beroperasi di berbagai lanskap ekologis dengan tingkat kerentanan yang beragam, sehingga risiko berbasis modal alam menjadi isu strategis yang krusial bagi ketahanan operasional dan strategi transisi energi.

Penelitian ini mengeksplorasi bagaimana PLN mengintegrasikan risiko terkait alam ke dalam manajemen strategis perusahaan menggunakan kerangka TNFD, dengan menelaah bagaimana ketergantungan terhadap biodiversitas dan sumber daya air memengaruhi tata kelola risiko, keputusan investasi, dan perencanaan ketahanan jangka panjang. Secara khusus, penelitian ini bertujuan menguji bagaimana integrasi risiko berbasis TNFD ke dalam sistem manajemen strategis perusahaan dapat memperkuat kapabilitas dinamis, meningkatkan efektivitas manajemen risiko, serta mendorong terciptanya keunggulan bersaing berkelanjutan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Manajemen risiko strategis dan modal alam

Manajemen Risiko Strategis (Strategic Risk Management/SRM) telah berkembang dari pendekatan pengendalian risiko finansial menjadi sistem tata kelola multidimensional

yang mengintegrasikan ketidakpastian lingkungan, perkembangan teknologi, dan tekanan pemangku kepentingan ke dalam proses penciptaan nilai jangka panjang.

Dari perspektif *Resource-Based View* (Barney, 1991), sumber daya strategis merupakan determinan utama keunggulan bersaing. Dalam perluasan perspektif ini, jasa ekosistem dapat dipahami sebagai sumber daya eksternal yang menopang keberlanjutan operasi perusahaan. Oleh karena itu, kegagalan dalam mengelola ketergantungan terhadap modal alam berpotensi menurunkan daya saing serta meningkatkan eksposur terhadap risiko regulasi dan reputasi.

Integrasi kerangka Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD) memungkinkan perusahaan melakukan penilaian berbasis lokasi (*location-based assessment*) atas ketergantungan dan dampaknya, sehingga meningkatkan kapasitas organisasi dalam mengidentifikasi risiko material secara sistematis.

### **Kapabilitas dinamis dan tnfd sebagai mekanisme strategic sensing**

Teori Kapabilitas Dinamis (Teece et al., 1997; Teece, 2007) menekankan pentingnya kemampuan organisasi dalam melakukan *sensing*, *seizing*, dan *transforming* sebagai respons terhadap perubahan lingkungan. Dalam konteks risiko berbasis modal alam, TNFD dapat diposisikan sebagai mekanisme *strategic sensing* yang memperkuat kesadaran manajerial terhadap perubahan ekologis.

Integrasi risiko alam ke dalam *Enterprise Risk Management* (ERM) dan perencanaan strategis memungkinkan perusahaan menginternalisasi sinyal lingkungan ke dalam keputusan investasi dan transformasi operasional. Dengan demikian, tata kelola risiko berbasis TNFD bukan sekadar alat pelaporan, melainkan instrumen penguatan kapabilitas adaptif organisasi.

### **Mitigation hierarchy sebagai sistem pengendalian strategis**

Pendekatan *mitigation hierarchy* (Avoid–Minimize–Restore–Offset) dalam perspektif manajemen strategis dapat dipahami sebagai sistem pengendalian berlapis yang bertujuan melindungi nilai jangka panjang perusahaan. Strategi *avoidance* dan *minimization* berfungsi sebagai mekanisme pengurangan risiko regulasi dan reputasi, sementara *restoration* dan *offsetting* berkontribusi dalam menjaga legitimasi sosial dan keberlanjutan ekosistem.

Dengan mengintegrasikan pendekatan ini ke dalam arsitektur strategis perusahaan, pengelolaan lingkungan bertransformasi dari kewajiban kepatuhan (*compliance obligation*) menjadi instrumen penciptaan nilai (*value-creating instrument*).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori untuk menguji hubungan kausal antara integrasi risiko berbasis TNFD, kapabilitas dinamis, efektivitas manajemen risiko strategis, dan keunggulan bersaing berkelanjutan.

Analisis dilakukan menggunakan *Partial Least Squares-Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) karena metode ini sesuai untuk model dengan variabel laten dan mediasi berurutan. Responden penelitian merupakan manajer pada unit pembangkitan, transmisi, dan perencanaan strategis PT PLN yang terlibat langsung dalam tata kelola risiko dan keberlanjutan.

Pengujian dilakukan melalui evaluasi *measurement model* (validitas konvergen, diskriminan, reliabilitas) dan *structural model* (koefisien jalur,  $R^2$ ,  $f^2$ , dan uji mediasi dengan bootstrapping).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Model Struktural**

Hasil analisis menunjukkan bahwa Integrasi TNFD berpengaruh signifikan terhadap *dynamic capabilities* ( $\beta = 0,61$ ;  $p < 0,001$ ).

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Koefisien Jalur (Pengaruh Langsung – Bootstrapping PLS-SEM)

No	Hubungan Antarvariabel	Koefisien Jalur ( $\beta$ )	t-statistik	p-value	Keterangan
1	Integrasi TNFD → Kapabilitas Dinamis	0,61	8,742	< 0,001	Signifikan
2	Kapabilitas Dinamis → Efektivitas Manajemen Risiko Strategis	0,54	7,985	< 0,001	Signifikan
3	Efektivitas Manajemen Risiko Strategis → Keunggulan Bersaing Berkelanjutan	0,58	8,213	< 0,001	Signifikan

**Penjelasan:**

- Seluruh koefisien jalur ( $\beta$ ) bernilai positif, yang menunjukkan hubungan searah antarvariabel.
- Nilai t-statistik > 1,96 menunjukkan bahwa hubungan signifikan pada tingkat kepercayaan 95%.
- Nilai p-value < 0,001 menunjukkan tingkat signifikansi yang sangat kuat.
- Dengan demikian, seluruh hipotesis penelitian (H1, H2, dan H3) dinyatakan diterima.

Untuk memperkuat pembuktian model struktural, berikut tabel tambahan mengenai koefisien determinasi:

**Tabel 2.** Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) Variabel Endogen

Variabel Endogen	Nilai $R^2$	Kategori Kekuatan Model
Kapabilitas Dinamis	0,37	Moderat
Efektivitas Manajemen Risiko Strategis	0,49	Moderat–Kuat
Keunggulan Bersaing Berkelanjutan	0,53	Kuat

Interpretasi: Nilai  $R^2$  menunjukkan bahwa model memiliki daya jelaskan yang cukup baik. Integrasi TNFD mampu menjelaskan 37% variasi Kapabilitas Dinamis. Selanjutnya, model menjelaskan 49% variasi Efektivitas Manajemen Risiko Strategis dan 53% variasi Keunggulan Bersaing Berkelanjutan.

**Tabel 3.** Hasil Uji Mediasi (Pengaruh Tidak Langsung – Bootstrapping PLS-SEM)

No	Jalur Mediasi	Koefisien Tidak Langsung ( $\beta$ )	t-statistik	p-value	Jenis Mediasi
1	Integrasi TNFD → Kapabilitas Dinamis → Efektivitas Manajemen Risiko Strategis	0,33	6,214	< 0,001	Mediasi Signifikan
2	Kapabilitas Dinamis → Efektivitas Manajemen Risiko Strategis → Keunggulan Bersaing Berkelanjutan	0,31	5,987	< 0,001	Mediasi Signifikan
3	Integrasi TNFD → Kapabilitas Dinamis → Efektivitas Manajemen Risiko Strategis → Keunggulan Bersaing Berkelanjutan	0,19	4,865	< 0,001	Mediasi Berantai (Sequential Mediation)

**Interpretasi:**

- Seluruh jalur mediasi menunjukkan nilai  $p < 0,001$ , sehingga mediasi dinyatakan signifikan.
- Hal ini mengonfirmasi adanya **mekanisme mediasi berantai (sequential mediation)** dalam model penelitian.
- Artinya, integrasi TNFD tidak secara langsung menciptakan keunggulan bersaing, melainkan melalui penguatan kapabilitas dinamis dan efektivitas manajemen risiko strategis.

**Tabel 4.** Effect Size ( $f^2$ ) Model Struktural

Hubungan Antarvariabel	Nilai $f^2$	Kategori Effect Size
Integrasi TNFD → Kapabilitas Dinamis	0,37	Besar
Kapabilitas Dinamis → Efektivitas Manajemen Risiko Strategis	0,29	Sedang
Efektivitas Manajemen Risiko Strategis → Keunggulan Bersaing Berkelanjutan	0,34	Besar

Hasil analisis struktural menunjukkan bahwa model memiliki validitas prediktif dan kekuatan penjelasan yang memadai. Koefisien jalur yang signifikan pada seluruh hubungan langsung ( $p < 0,001$ ) mengindikasikan bahwa integrasi TNFD berperan sebagai determinan awal dalam pembentukan kapabilitas dinamis organisasi.

Secara teoritis, temuan ini memperkuat perspektif *Dynamic Capability Theory* yang menyatakan bahwa keunggulan bersaing tidak terbentuk dari kepemilikan sumber daya semata, tetapi dari kemampuan organisasi dalam mengintegrasikan, membangun, dan merekonfigurasi sumber daya tersebut secara adaptif. Integrasi TNFD terbukti berfungsi sebagai mekanisme *strategic sensing* yang meningkatkan kapasitas organisasi dalam mendeteksi risiko ekologis dan peluang transisi energi.

Uji mediasi menunjukkan adanya mekanisme mediasi berantai yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh Integrasi TNFD terhadap Keunggulan Bersaing Berkelanjutan bersifat tidak langsung dan dimediasi oleh Kapabilitas Dinamis serta Efektivitas Manajemen Risiko Strategis. Dengan demikian, tata kelola risiko berbasis alam tidak serta-merta menghasilkan keunggulan kompetitif, melainkan harus diinternalisasi melalui penguatan kapabilitas organisasi dan penyesuaian sistem manajemen risiko.

Nilai effect size ( $f^2$ ) yang berada pada kategori sedang hingga besar memperlihatkan bahwa kontribusi masing-masing konstruk terhadap variabel endogen bersifat substantif, bukan sekadar signifikan secara statistik. Hal ini memperkuat validitas struktural model dan menunjukkan bahwa TNFD memiliki relevansi strategis yang material dalam konteks perusahaan ketenagalistrikan.

Secara keseluruhan, model penelitian memiliki daya jelaskan yang moderat hingga kuat ( $R^2$  antara 0,37–0,53), yang mengindikasikan bahwa variabel-variabel strategis yang diuji mampu menjelaskan variasi keunggulan bersaing berkelanjutan secara memadai dalam konteks transisi energi.

**Kriteria Interpretasi  $f^2$  (Hair et al., 2022):**

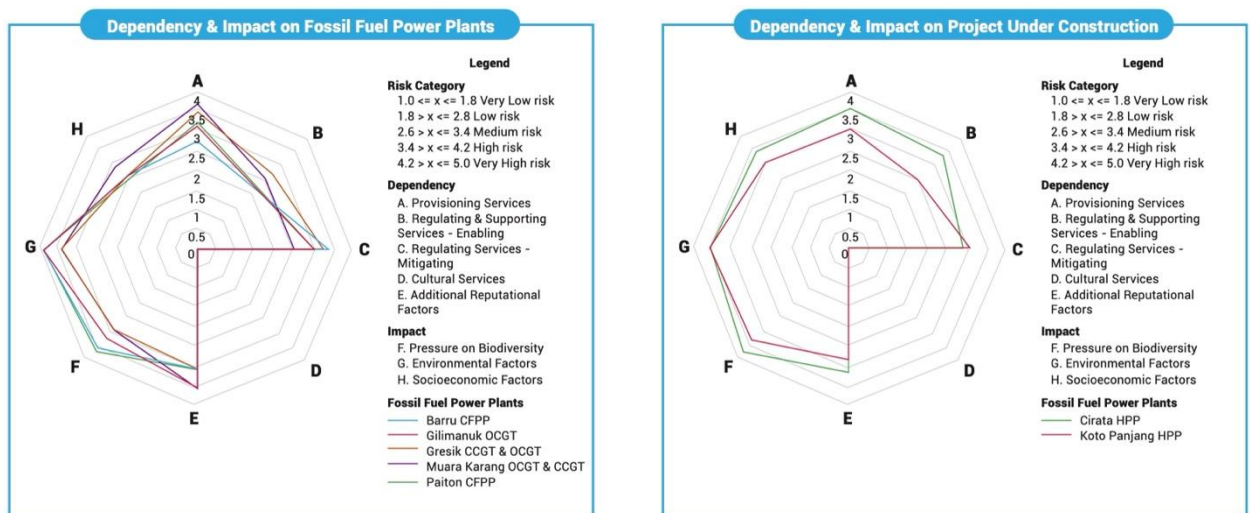
- 0,02 = kecil
- 0,15 = sedang
- 0,35 = besar

Nilai  $f^2$  menunjukkan bahwa Integrasi TNFD memiliki pengaruh besar terhadap Kapabilitas Dinamis, serta Efektivitas Manajemen Risiko Strategis memiliki pengaruh besar terhadap Keunggulan Bersaing Berkelanjutan.

**Analisis risiko biodiversitas**

Risiko biodiversitas bersifat location-specific dan dipengaruhi oleh tekanan penggunaan lahan, kualitas ekosistem, serta eksposur reputasi. Pada pembangkit berbasis fosil, risiko reputasi relatif lebih tinggi dibandingkan pembangkit hidro. Sementara itu, pembangkit hidro memiliki ketergantungan signifikan terhadap jasa penyediaan air (*provisioning services*).

Risiko yang berkaitan dengan keanekaragaman hayati timbul dari dampak dan ketergantungan perusahaan terhadap kondisi keanekaragaman hayati di tingkat lokal maupun global. Karena pentingnya integritas keanekaragaman hayati dapat berbeda di setiap lokasi, maka penilaian risiko terkait keanekaragaman hayati harus dilakukan secara spesifik berdasarkan lokasi. Memahami dan mengatasi risiko ini sangat penting; namun hal tersebut dapat menjadi tantangan tanpa adanya data spesifik lokasi. Melalui penilaian ini, perusahaan dapat memperoleh pemahaman yang lebih jelas serta memprioritaskan tindakan yang diperlukan untuk mengelola risiko terkait keanekaragaman hayati secara lebih efektif.



**Gambar 1.** Ketergantungan dan Dampak Aspek Keanekaragaman Hayati pada Pembangkit Listrik Berbahan Bakar Fosil, Pembangkit Listrik Tenaga Air, dan Proyek dalam Tahap Konstruksi

Berdasarkan Gambar 1, ketergantungan dan dampak pada Pembangkit Listrik Berbahan Bakar Fosil, Pembangkit Listrik Tenaga Air, dan proyek dalam tahap konstruksi.

**Ketergantungan**

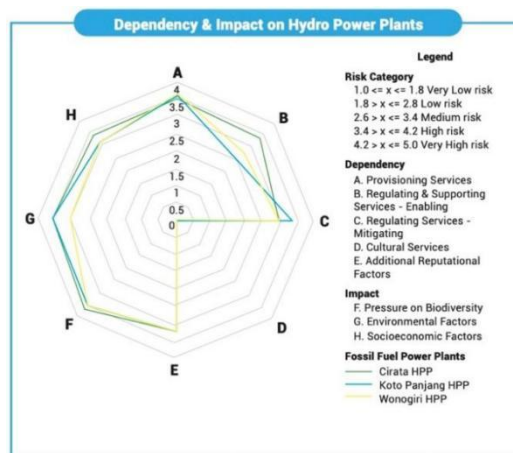
**Pembangkit Listrik Berbahan Bakar Fosil:** bergantung pada sumber daya tidak terbarukan seperti batu bara dan gas alam, yang menyebabkan peningkatan biaya akibat kelangkaan serta regulasi karbon yang semakin ketat. Selain itu, pembangkit ini sangat bergantung pada ketersediaan air untuk sistem pendinginan dan pembangkitan uap, sehingga ketersediaan air menjadi faktor krusial bagi operasi yang efisien dan andal.

**Pembangkit Listrik Tenaga Air:** bergantung pada jasa penyediaan (*provisioning services*), khususnya ketersediaan air, yang memerlukan aliran air yang stabil untuk menjaga pasokan energi yang konsisten. Kelimpahan atau kelangkaan sumber daya air

tawar secara fisik memainkan peran krusial dalam menjamin efisiensi operasional. Keterbatasan ketersediaan air dapat menyebabkan gangguan produksi dan rantai pasok, peningkatan biaya operasional, serta pembatasan pertumbuhan kapasitas.

**Proyek dalam tahap konstruksi:** unit transmisi memiliki ketergantungan yang relatif minimal terhadap jasa ekosistem, sedangkan Pembangkit Listrik Tenaga Air yang masih dalam tahap pembangunan tetap sangat bergantung pada jasa penyediaan, terutama sumber daya air, sebagaimana pada fase operasionalnya.

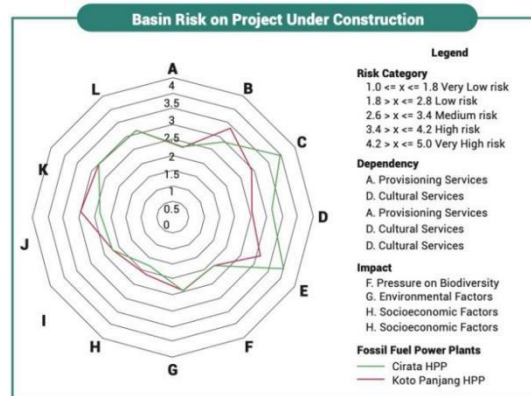
**Dampak:** Baik aset yang telah beroperasi maupun proyek yang masih dalam tahap konstruksi memberikan dampak terbesar terhadap faktor lingkungan dan tekanan terhadap keanekaragaman hayati dibandingkan dengan potensi dampak lainnya.



Gambar 2. Angka Ketergantungan & Dampak pada Pembangkit Listrik Tenaga Air

**Aspek Pengelolaan Air**

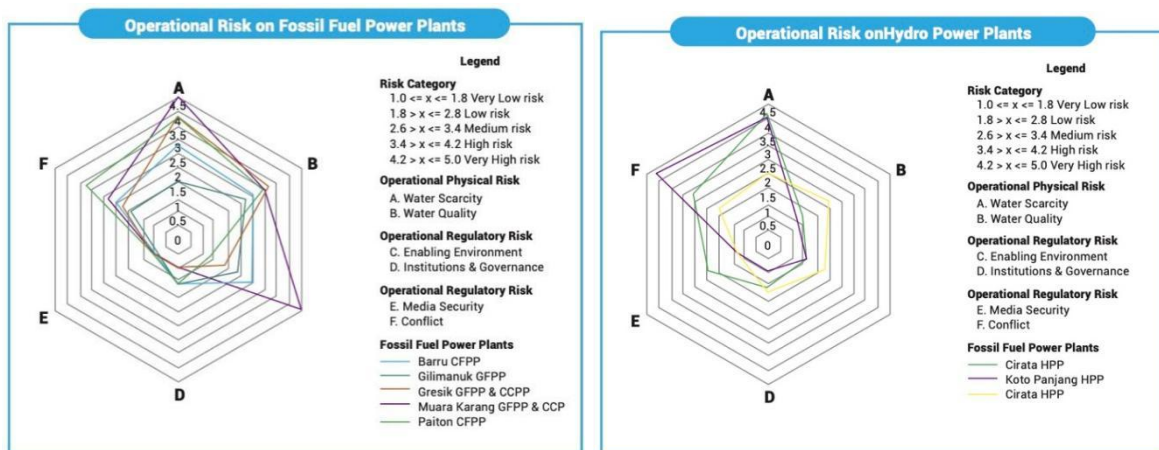
PLN dapat memprioritaskan langkah-langkah mitigasi dengan melakukan penilaian risiko air serta mengintegrasikan pengelolaan air ke dalam strategi dan keputusan investasi guna membangun ketahanan bisnis. Risiko *basin* mengacu pada risiko tingkat lanskap yang berkaitan dengan ketersediaan dan kualitas air dalam suatu daerah aliran sungai (DAS), yang dapat memengaruhi pasokan air di berbagai lokasi operasional. Sementara itu, risiko operasional berkaitan dengan aktivitas langsung PLN, seperti penggunaan air untuk sistem pendinginan dan proses produksi. Dengan mengevaluasi baik risiko *basin* maupun risiko operasional, PLN dapat merespons tantangan air di tingkat regional sekaligus mengelola risiko internal operasional secara lebih efektif, sehingga mendukung manajemen risiko yang komprehensif dan keberlanjutan jangka panjang perusahaan.



Gambar 3. Ketergantungan dan dampak aspek risiko DAS pada Pembangkit Listrik Tenaga Bahan Bakar Fossil, Pembangkit Listrik Tenaga Air, dan proyek yang sedang dibangun

**Risiko Operasional Air**

Berdasarkan analisis risiko DAS dan operasional, kami mengidentifikasi ketergantungan dan dampaknya. Ketergantungan tersebut meliputi ketersediaan air, status jasa ekosistem, lingkungan yang mendukung, institusi dan tata kelola, instrumen manajemen, infrastruktur WASH, dan faktor reputasi tambahan. Sementara itu, dampaknya meliputi kekeringan, banjir, kualitas air, faktor lingkungan, dan faktor sosial ekonomi (pengawasan media, konflik).



**Gambar 4.** Ketergantungan dan dampak aspek risiko air operasional pada Pembangkit Listrik Tenaga Bahan Bakar Fosil dan Pembangkit Listrik Tenaga Air

Berdasarkan skor risiko DAS dan operasional, lokasi dengan skor risiko di atas 3,4 dianggap berisiko tinggi dan memerlukan pendekatan yang lebih konservatif. Lokasi dengan skor risiko sama dengan atau lebih besar dari tiga juga harus dipertimbangkan sebagai titik referensi. Dengan demikian, skor-skor ini mengidentifikasi titik-titik rawan risiko air di berbagai lokasi. Ketergantungan dan dampaknya pada pembangkit listrik tenaga fosil, pembangkit listrik tenaga air, dan proyek-proyek yang sedang dibangun.

Pembangkit Listrik Tenaga Fosil: bergantung pada instrumen manajemen, faktor tambahan, dan lingkungan yang mendukung. Mereka terutama bergantung pada instrumen kebijakan dan praktik regulasi dan manajemen yang mendukung kegiatan operasional yang efisien dan efektif.

Pembangkit Listrik Tenaga Air: sangat bergantung pada status layanan ekosistem, khususnya kualitas ekosistem perairan (seperti waduk dan sistem sungai) yang memasok air. Setiap perubahan kondisi ekosistem perairan dapat mengurangi kapasitas produksi energi dan meningkatkan biaya operasional.

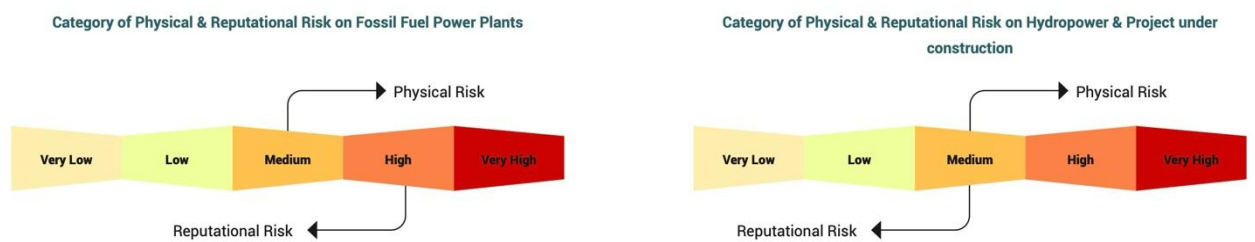
Proyek yang sedang dibangun: Unit transmisi memiliki ketergantungan minimal pada sebagian besar indikator. Namun, pembangkit listrik tenaga air yang sedang dibangun tetap sangat bergantung pada status layanan ekosistem, serupa dengan fase operasionalnya.

Dampak dari sektor-sektor ini meliputi kelangkaan air, banjir, kualitas air, faktor lingkungan, dan potensi konflik. Kondisi lingkungan yang tidak stabil, seperti bencana alam atau perubahan iklim, dapat menyebabkan kelangkaan air dan banjir, mengganggu operasi dan memerlukan perbaikan. Selain itu, dampak lain dapat melibatkan konflik dengan pemangku kepentingan karena ketidakstabilan operasional, yang berpotensi menghambat produksi listrik.

**Risiko dan Peluang yang Berkaitan dengan Alam**

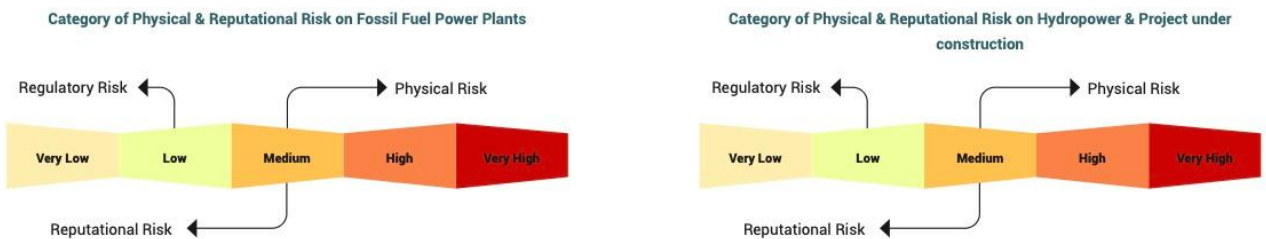
Dalam mengidentifikasi risiko yang berkaitan dengan alam, PLN menggunakan Filter Risiko Keanekaragaman Hayati dan Air WWF, seperti yang diuraikan dalam bagian Pendekatan Pengungkapan. Sebagai perusahaan yang sangat bergantung pada sumber daya alam—terutama air untuk pembangkit listrik tenaga air dan ekosistem yang mendukung infrastruktur listriknya—PLN menyadari pentingnya menilai ketergantungan lingkungannya.

Melalui analisis ketergantungan dan dampak, berbagai risiko telah diidentifikasi, terutama risiko fisik dan reputasi, yang berpotensi mengganggu operasi, merusak ekosistem, dan berdampak pada kesejahteraan masyarakat. Untuk mendukung pasokan listrik yang andal dan berkelanjutan, PLN juga secara aktif mengidentifikasi peluang strategis yang dapat memperkuat ketahanan bisnis jangka panjang perusahaan dalam menghadapi tantangan lingkungan yang terus berkembang.



**Gambar 5.** Kategori Aspek Fisik dan Reputasi untuk Keanekaragaman Hayati

Berdasarkan grafik-grafik terkait aspek keanekaragaman hayati ini, jenis risiko keseluruhan untuk PLN termasuk dalam tingkat risiko menengah, sedangkan risiko tinggi hanya terdapat pada risiko reputasi dari proses bisnis Pembangkit Listrik Tenaga Fosil. Sementara itu, pada grafik-grafik di bawah ini, yang berfokus pada aspek pengelolaan air untuk risiko fisik, regulasi, dan reputasi secara umum dikategorikan sebagai risiko rendah hingga menengah.



**Gambar 6.** Kategori aspek pengelolaan air meliputi aspek fisik, regulasi, dan reputasi.

**Tabel 5.** Risiko dan Peluang Utama Terkait Alam yang Diidentifikasi pada Aspek Keanekaragaman Hayati

Risk Type	Risk Category	Nature-Related Risks	Opportunities Identified	Time Horizon
Physical Risk	Provisioning Services	Water availability; Forest productivity and distance to market	Water recycling technology and conservation of catchment areas	Short to long-term
Physical Risk	Regulating & Supporting Services	Water condition; Air condition	Emission reduction technologies and ecosystem-based water management	Short to long-term
Physical Risk	Regulating	Landslides; Wildfire hazard;	Restoration, reforestation, and	Short to

Risk Type	Risk Category	Nature-Related Risks	Opportunities Identified	Time Horizon
	Services – Mitigating	Extreme heat; Tropical cyclones	disaster-resilient infrastructure development	long-term
Physical Risk	Pressure on Biodiversity	Land, freshwater and sea use change; Forest canopy loss; Pollution	Land restoration and development of protected species	Short to long-term
Reputational Risk	Environmental Factors	Protected areas; Key Biodiversity Area; Ecosystem condition; Range rarity	Collaboration with stakeholders for nature and ecosystem protection programs	Short to long-term
Reputational Risk	Socioeconomic Factors	Indigenous Peoples (IPs); Labor/human rights; Financial inequality	Partnerships with IPs and local communities, workforce empowerment, and CSR initiatives	Short to long-term
Reputational Risk	Additional Reputational Factors	Media scrutiny; Political situation; Sites of international interest; Risk preparation	Transparent nature reporting and proactive stakeholder engagement	Short to long-term

**Strategi Ketahanan untuk Isu-isu yang Berkaitan dengan Alam**

Sebagai respons terhadap meningkatnya kompleksitas risiko yang berkaitan dengan alam yang dapat secara material memengaruhi keberlangsungan bisnis, PLN mengadopsi strategi proaktif yang berorientasi pada ketahanan di seluruh lanskap operasionalnya. Melalui perencanaan terstruktur dan komitmen investasi berkelanjutan, perusahaan bertujuan untuk mengurangi gangguan operasional sekaligus meminimalkan dampak lingkungan. Strategi ketahanan ini tertanam di seluruh siklus hidup aset, meliputi pengembangan proyek, konstruksi, pengoperasian, dan fase operasional yang berkelanjutan.

Untuk memperkuat transisi ini, PLN sedang merumuskan Kerangka Kerja Pembiayaan Terkait Berkelanjutan (Sustainable Linked Financing Framework/SLFF) dan Kerangka Kerja Pembiayaan Hijau (Green Financing Framework/GFF) untuk mendukung target strategisnya dalam mencapai 76% pembangkitan energi terbarukan pada tahun 2034. Mewujudkan ambisi ini membutuhkan pengeluaran modal yang substansial, dengan proyeksi kebutuhan investasi melebihi USD 100 miliar. Selama tiga tahun terakhir, PLN telah berhasil memobilisasi pendanaan dari sumber domestik dan internasional dalam bentuk pinjaman dan hibah setara dengan sekitar IDR 67,5 triliun, yang secara khusus dialokasikan untuk inisiatif hijau. Pada akhir tahun 2024, perusahaan telah mengidentifikasi dan mengeksplorasi peluang pembiayaan potensial dengan total sekitar USD 49,2 miliar melalui keterlibatan dengan bank pembangunan dan lembaga keuangan di tingkat nasional dan global.

**Perencanaan Keuangan Hijau**

Menyadari sifat saling terkait dari perubahan iklim, pelestarian keanekaragaman hayati, dan kesejahteraan masyarakat, PLN memanfaatkan instrumen keuangan hijau tidak hanya untuk memperkuat struktur modal tetapi juga untuk mempercepat agenda transisi energi Indonesia. Pergeseran menuju pembangkit energi terbarukan mewakili lebih dari sekadar penataan ulang strategis; ini mencerminkan komitmen jangka panjang terhadap tata kelola sumber daya alam yang bertanggung jawab dan pengelolaan lingkungan. Transisi ini menunjukkan pendekatan terintegrasi PLN untuk menyeimbangkan

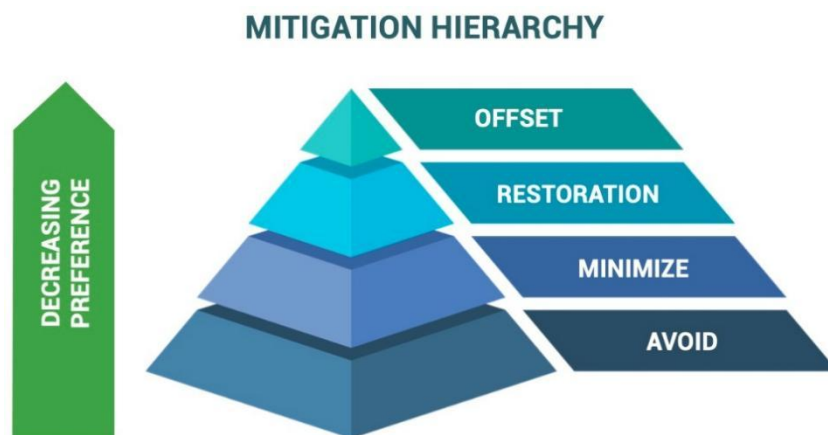
keberlanjutan ekologis dengan pembangunan ekonomi, memperkuat perannya dalam memajukan masa depan energi yang tangguh dan berkelanjutan.

Pada tahun 2024, PLN mengalokasikan sekitar Rp 10,07 triliun dalam belanja modal untuk memajukan inisiatif mitigasi perubahan iklim. Alokasi ini secara strategis diarahkan pada program-program yang mendukung peta jalan transisi energi Indonesia dan komitmen pengurangan emisi nasional. Portofolio investasi mencakup berbagai inisiatif prioritas, termasuk implementasi pembakaran bersama biomassa, perluasan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), peningkatan infrastruktur gas, dan penerapan teknologi batubara yang lebih bersih.

Selain itu, PLN terus berinvestasi dalam solusi rendah karbon yang sedang berkembang seperti pengembangan hidrogen dan penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS), bersamaan dengan percepatan proyek energi baru dan terbarukan (NRE). Penguatan jaringan transmisi dan distribusi untuk mengakomodasi pembangkitan berbasis energi terbarukan (TND RNE) juga merupakan komponen penting dari strategi ini. Lebih lanjut, PLN secara aktif berpartisipasi dalam mekanisme perdagangan karbon sebagai bagian dari komitmennya terhadap instrumen pengurangan emisi berbasis pasar.

### Konservasi dan Perlindungan Keanekaragaman Hayati

Berdasarkan penilaian risiko keanekaragaman hayati, faktor lingkungan dan tekanan terhadap keanekaragaman hayati telah dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sangat tinggi. Sebagai tanggapan, PLN telah melakukan langkah-langkah mitigasi sistematis melalui berbagai program strategis, termasuk inisiatif konservasi dan perlindungan keanekaragaman hayati. Program-program ini diimplementasikan tidak hanya di dalam unit operasional tetapi juga di seluruh proyek yang sedang dibangun. PLN berkomitmen untuk mengintegrasikan perlindungan lingkungan di seluruh siklus hidup proyek—dari perencanaan dan desain hingga konstruksi, operasi, dan fase pasca-operasi. Komitmen ini tertanam dalam kebijakan perusahaan, pedoman teknis, dan rencana pengelolaan lingkungan sebagaimana diuraikan dalam kerangka tata kelola perusahaan.



Gambar 7. Bagan Hierarki Mitigasi

### Proyek yang Sedang Dibangun

Pengelolaan keanekaragaman hayati merupakan persyaratan wajib dalam proyek yang sedang dikembangkan. Contoh praktis dapat diamati pada proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air Pompa Penyimpanan Hulu Cisokan (UCPS). Selain menyiapkan dokumentasi perlindungan lingkungan, PLN telah mengembangkan pedoman pengelolaan

keanekaragaman hayati khusus sebagai komponen integral dari Sistem Manajemen Lingkungan dan Sosial (ESMS).

Proyek UCPS, yang didanai melalui pinjaman Bank Dunia, mencerminkan komitmen kuat PLN terhadap konservasi satwa liar dan tata kelola lingkungan yang berkelanjutan. Proyek ini mematuhi Standar Lingkungan dan Sosial 6 (ESS 6) Bank Dunia, yang mengatur konservasi keanekaragaman hayati dan pengelolaan sumber daya alam hidup yang berkelanjutan. Kepatuhan terhadap ESS 6 memastikan bahwa dampak lingkungan tidak hanya dikurangi tetapi habitat dan ekosistem penting secara aktif dilestarikan dan ditingkatkan.

Sebagai bagian dari strategi keanekaragaman hayatinya, PLN telah membangun dan memelihara infrastruktur ramah satwa liar, termasuk jembatan tali dan terowongan khusus satwa liar. Pemantauan yang dilakukan antara tanggal 6 dan 13 September 2024, menggunakan perangkat kamera yang dipasang di lokasi jembatan tali mencatat keberadaan Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*), meskipun tidak ada spesies satwa liar prioritas (REEPS) yang diamati menyeberang selama periode tersebut. Yang penting, belum ada insiden terkait satwa liar yang dilaporkan hingga saat ini. Evaluasi berkelanjutan melalui pemantauan CCTV selama periode pengamatan enam bulan terus menilai efektivitasnya. Usulan desain tambahan telah diajukan, termasuk jembatan monyet yang dibangun dari tali dadung 50 mm dan gorong-gorong khusus untuk trenggiling, dilengkapi dengan tangga dan penghalang beton pelindung untuk lebih meningkatkan keselamatan satwa liar.

Di luar perlindungan habitat, PLN telah memperkuat kerja sama dengan Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Bandung Barat untuk mempromosikan pertanian berkelanjutan di zona penyangga UCPS. Program pendidikan bagi petani lokal—khususnya berfokus pada pemeliharaan Spesies Pohon Serbaguna (MPTS) yang didistribusikan melalui kemitraan reforestasi dengan Perhutani—diintegrasikan ke dalam program pemerintah rutin. Inisiatif ini bertujuan untuk meningkatkan tingkat keberhasilan penanaman dan meningkatkan produktivitas pertanian bagi masyarakat sekitar.

Sebagai langkah ke depan, PLN berencana untuk meresmikan kerja sama melalui Nota Kesepahaman (MoU) dengan pemerintah daerah, perwakilan masyarakat, dan Perum Perhutani. Perjanjian tersebut, yang ditargetkan selesai pada kuartal pertama tahun 2025, dirancang untuk memperkuat fungsi konservasi hutan di wilayah DAS UCPS. Inisiatif-inisiatif ini menunjukkan sinergi yang kuat antara konservasi lingkungan, pemberdayaan masyarakat, dan tanggung jawab sosial perusahaan, sekaligus selaras dengan praktik terbaik internasional di bawah kerangka kerja ESS 6 Bank Dunia.

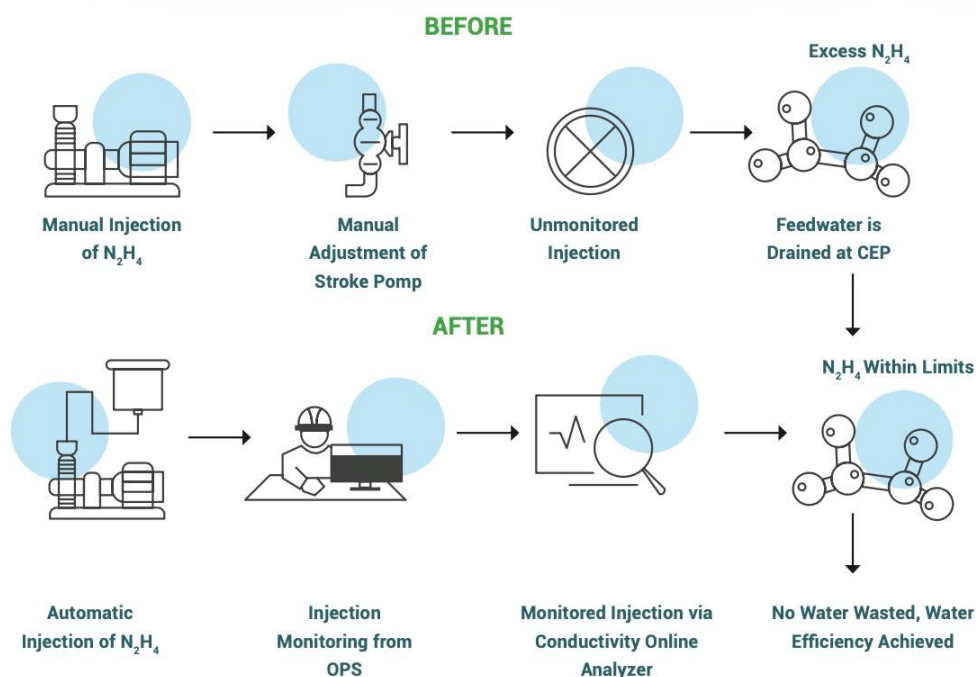
Selain program reboisasi dan pemantauan spesies, PLN dan Perum Perhutani telah menerapkan strategi perlindungan habitat alami dalam proyek pembangkit listrik tenaga air keanekaragaman hayati UCPS. Salah satu pendekatan utama melibatkan pembentukan zona konservasi di sekitar lokasi proyek untuk melindungi layanan ekosistem dan mencegah gangguan keanekaragaman hayati lebih lanjut. Zona-zona ini memprioritaskan habitat kritis untuk spesies unggulan seperti Surili, Langur Jawa, Pangolin Sunda, dan Macan Tutul Jawa. Lebih lanjut, area yang terkena dampak kegiatan konstruksi direhabilitasi melalui penanaman kembali spesies asli yang mendukung kelangsungan hidup satwa liar dan pemulihan ekosistem.

### **Program Injeksi $N_2H_4$ untuk Meminimalkan Potensi Pembuangan CEP di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Gas Komoditas Gresik**

Di fasilitas pembangkit listrik, termasuk Pembangkit Listrik Gresik, Hidrazin ( $N_2H_4$ ) digunakan sebagai penangkap oksigen dalam air umpan boiler dan sistem Pembangkit Uap

Pemulihan Panas (HRSG). Fungsi utamanya adalah untuk menghilangkan oksigen terlarut, sehingga mencegah korosi pada komponen logam. Kadar oksigen yang tinggi dalam air umpan dapat memicu reaksi oksidatif yang mempercepat degradasi material di dalam boiler dan sistem perpipaan terkait.

Sebelum perbaikan sistem, pemberian dosis Hidrazin dilakukan menggunakan pompa yang digerakkan secara hidrolis dengan penyesuaian langkah manual. Seiring peningkatan beban pembangkit dan produksi listrik, permintaan air umpan meningkat secara proporsional, yang menyebabkan kebutuhan Hidrazin yang lebih tinggi. Namun, mekanisme pemberian dosis manual menimbulkan risiko injeksi berlebihan. Hidrazin berlebih yang tidak bereaksi sepenuhnya dapat terurai menjadi amonia, berpotensi menyebabkan korosi—terutama pada sistem perpipaan berbasis tembaga (Cu). Untuk mengelola konsentrasi yang berlebihan, kondensat yang mengandung Hidrazin berlebih dibuang melalui saluran pembuangan Pompa Ekstraksi Kondensat (CEP), yang merupakan inefisiensi kimia dan masalah lingkungan.



**Gambar 8.** Program injeksi N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> di Gresik OCGT dan CCGT, menunjukkan peningkatan dari injeksi manual ke otomatis untuk efisiensi air yang lebih baik.

Untuk mengatasi masalah ini, modifikasi pada sistem injeksi hidrazin diterapkan untuk meningkatkan kontrol dosis, mengurangi risiko injeksi berlebihan, dan mencegah korosi pada pipa yang mengandung tembaga. Perbaikan ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan bahan kimia, melindungi integritas peralatan, dan meminimalkan pembuangan yang tidak perlu melalui sistem drainase CEP.

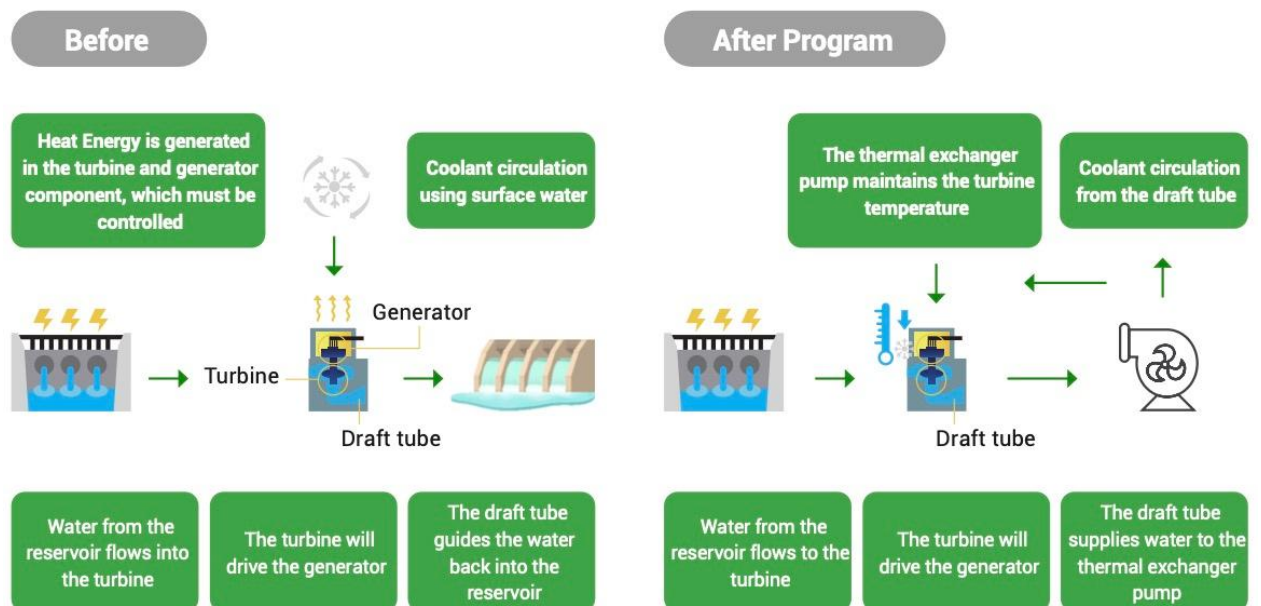
### Perancangan Ulang Aliran Pipa Draft sebagai Umpan untuk Pompa Penukar Panas Hidro di PLTA Cirata

PLTA Cirata telah memperkenalkan program inovasi dengan merancang ulang aliran Pipa Draft agar berfungsi sebagai sumber umpan untuk Pompa Penukar Panas Hidro. Sebelumnya, air yang digunakan untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik langsung dibuang kembali ke sungai melalui Pipa Draft setelah menyelesaikan proses pembangkitan. Melalui modifikasi jalur aliran dan integrasi Pompa Penukar Panas Hidro, sistem sekarang mengoptimalkan potensi hidrolik residual untuk meningkatkan efisiensi

energi secara keseluruhan sekaligus mengurangi kehilangan air. Perancangan ulang ini berkontribusi pada peningkatan pemanfaatan sumber daya dan keberlanjutan operasional dalam sistem pembangkitan PLTA.

Inisiatif ini telah menghasilkan hasil yang substansial, termasuk penghematan air sekitar 6.307.200 meter kubik. Inovasi ini mencerminkan keselarasan dengan praktik terbaik yang diakui dan memajukan prinsip-prinsip ekonomi sirkular dengan memaksimalkan pemanfaatan air dan mengurangi dampak lingkungan. Melalui peningkatan efisiensi sumber daya, program ini memperkuat keberlanjutan operasional sekaligus mendukung komitmen lingkungan PLN yang lebih luas.

Dari perspektif konsumen, program ini memberikan manfaat nyata berupa pasokan listrik yang lebih stabil dan tepat waktu. Dengan mengurangi risiko penghentian turbin yang disebabkan oleh panas berlebih, keandalan sistem ditingkatkan, memastikan peningkatan kualitas layanan dan kontinuitas pengiriman daya yang lebih besar kepada pelanggan.



**Gambar 9.** Desain ulang aliran pipa hisap sebagai pompa penukar panas hidrotermal umpan di generator PLTA Cirata, menunjukkan peningkatan dalam aliran air dan kontrol suhu.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Studi ini meneliti implikasi strategis dari pengintegrasian penilaian risiko modal alam berbasis TNFD ke dalam Manajemen Risiko Strategis di perusahaan listrik. Temuan mengkonfirmasi bahwa tata kelola risiko terkait alam berkontribusi pada keunggulan kompetitif berkelanjutan melalui mekanisme pengembangan kemampuan berurutan. Integrasi risiko modal alam berbasis TNFD secara signifikan meningkatkan kemampuan dinamis, menunjukkan bahwa identifikasi terstruktur terhadap ketergantungan keanekaragaman hayati dan air memperkuat kapasitas penginderaan organisasi. Ketika diintegrasikan secara strategis, kerangka kerja pengungkapan lingkungan berfungsi tidak hanya sebagai instrumen kepatuhan tetapi juga sebagai peningkat kognisi manajerial yang meningkatkan pengambilan keputusan antisipatif. Lebih lanjut, kemampuan dinamis secara signifikan meningkatkan efektivitas manajemen risiko strategis, menunjukkan bahwa kerangka kerja risiko menjadi berdampak hanya ketika didukung oleh kompetensi

manajerial adaptif yang mampu merasakan pergeseran ekologis, memanfaatkan peluang keberlanjutan, dan mengubah rutinitas operasional. Efektivitas manajemen risiko strategis, pada gilirannya, secara signifikan memperkuat keunggulan kompetitif berkelanjutan, karena perusahaan yang secara sistematis mengintegrasikan risiko ekologis ke dalam sistem tata kelola perusahaan mencapai ketahanan operasional yang lebih besar, kepercayaan pemangku kepentingan, dan keberlanjutan keuangan jangka panjang.

Yang terpenting, studi ini mengkonfirmasi mekanisme mediasi berurutan—Integrasi TNFD → Kapabilitas Dinamis → Manajemen Risiko Strategis → Keunggulan Kompetitif Berkelanjutan—yang mengungkapkan rantai tata kelola yang terstruktur. Rantai ini menunjukkan bahwa pengungkapan risiko lingkungan saja tidak menghasilkan keunggulan kompetitif; sebaliknya, ketahanan kompetitif muncul ketika sinyal ekologis diinternalisasi ke dalam kapabilitas organisasi dan diinstitutionalisasi dalam arsitektur tata kelola strategis.

Secara teoritis, studi ini berkontribusi pada literatur manajemen strategis dengan memperluas Teori Kapabilitas Dinamis ke dalam domain tata kelola modal alam, memposisikan TNFD sebagai infrastruktur penginderaan strategis, dan menunjukkan bahwa integrasi ESG meningkatkan keunggulan kompetitif melalui mekanisme mediasi tata kelola risiko. Dengan demikian, temuan ini menjembatani penelitian keberlanjutan lingkungan dengan teori manajemen strategis inti, khususnya dalam industri yang intensif infrastruktur di negara-negara berkembang.

Dari perspektif manajerial, perusahaan listrik harus memposisikan kembali tata kelola modal alam sebagai prioritas strategis daripada kewajiban pelaporan. Implementasi yang efektif memerlukan integrasi metrik TNFD ke dalam arsitektur manajemen risiko perusahaan, penyelarasan antara unit keberlanjutan dan divisi perencanaan strategis, investasi dalam pengembangan kemampuan dan sistem pemantauan risiko digital, serta penggabungan indikator terkait alam ke dalam keputusan alokasi modal. Para pemimpin strategis harus menyadari bahwa risiko keanekaragaman hayati dan air merupakan variabel material operasional yang secara langsung memengaruhi umur aset, paparan regulasi, dan akses pembiayaan.

Studi ini dibatasi oleh desain lintas sektoralnya, yang membatasi inferensi kausal dari waktu ke waktu. Penelitian di masa mendatang dapat mengadopsi pendekatan longitudinal untuk memeriksa evolusi kemampuan di berbagai fase transisi energi. Studi kasus kualitatif dapat lebih memperdalam pemahaman tentang proses transformasi tata kelola di tingkat operasi pembangkit. Selain itu, studi di masa mendatang dapat mengeksplorasi variabel moderasi seperti intensitas regulasi, tingkat paparan iklim, dan penetrasi energi terbarukan untuk menyempurnakan model penjelasan.

Di era transisi ekologis dan transformasi energi, perusahaan listrik tidak lagi dapat hanya mengandalkan model tata kelola risiko tradisional. Mengintegrasikan risiko modal alam ke dalam sistem manajemen strategis merupakan pergeseran struktural dari keberlanjutan berbasis kepatuhan menuju ketahanan kompetitif yang didorong oleh kemampuan. Oleh karena itu, tata kelola yang berkaitan dengan alam seharusnya tidak hanya dikonseptualisasikan sebagai tanggung jawab lingkungan, tetapi juga sebagai arsitektur strategis untuk penciptaan nilai jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianda, R. (2022). The effect of good corporate governance on the sustainability of electric company in Indonesia. *International Humanities and Applied Science Journal*, 5.

- Afrianda, R. (2024). Implementation of strategic organization change management, clean corporate governance, transformational leadership in electricity companies in Indonesia. *International Journal of Economic Literature*, 2, 1238.
- Afrianda, R. (2025). Strategic integration of natural capital risk management in Indonesia's electricity sector: A dynamic capability perspective. *Journal of Strategic Sustainability Management*, 4(1), 1–18.
- Afrianda, R. (2025a). The influence of strategic management implementation, stakeholder pressure mediated by strategic capabilities on the sustainability of organizational performance. *Indikator: Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, 9(2), 36–46.
- Afrianda, R. (2025b). Implementation of innovation strategy management for developing the electric vehicle ecosystem. *Netizen: Journal of Society and Business*, 1(11), 635–650.
- Afrianda, R. (2026a). Sustainable competitive advantage through ESG initiatives: A strategic management perspective from corporate annual reports. *INJOSEDU: International Journal of Social and Education*, 2(11), 3238–3248.
- Afrianda, R. (2026b). Integration of enterprise risk management in strategic planning to achieve high-quality growth: A case study of PT PLN Nusantara Power. *INJOSEDU: International Journal of Social and Education*, 2(11), 3224–3237.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Barney, J. B., & Hesterly, W. S. (2019). *Strategic management and competitive advantage: Concepts and cases* (6th ed.). Pearson.
- Deloitte. (2023). *Nature-related risks: Integrating TNFD into enterprise risk management*. Deloitte Insights Report.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). Sage Publications.
- Kaplan, R. S., & Mikes, A. (2012). Managing risks: A new framework. *Harvard Business Review*, 90(6), 48–60.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review*, 89(1–2), 62–77.
- Rahman, H., & Siregar, R. (2025). Biodiversity risk and corporate resilience in infrastructure sectors. *International Journal of Risk Governance*, 9(2), 101–118.
- Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD). (2023). *Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures*. TNFD Secretariat.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533.

- United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP FI). (2022). *Nature-positive finance and biodiversity risk integration framework*. UNEP FI.
- Utomo, F. (2025). Integrating ecosystem services into corporate strategy: Evidence from energy sector firms. *Asian Journal of Strategic Management*, 8(3), 89–105.
- World Bank. (2021). *Environmental and Social Framework (ESS6): Biodiversity conservation and sustainable management of living natural resources*. World Bank Publications.
- World Economic Forum. (2023). *The global risks report 2023*. WEF.